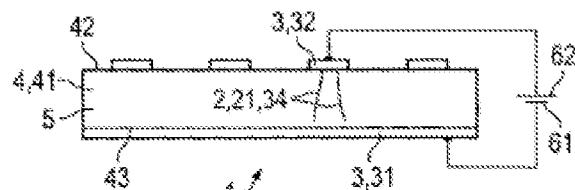


**Process for molding an electrical signal line between electrodes of an electrode pair used in the production of a neuronal switch comprises molding the signal electrochemically****Publication number:** DE10001852**Publication date:** 2001-07-26**Inventor:** BERTHOLD THOMAS (DE); SCHNOELLER MANFRED (DE)**Applicant:** SIEMENS AG (DE)**Classification:****- international:** H01L21/66; H01L21/66; (IPC1-7): H01L23/525; G06F15/18; G06T7/40; H01L21/768; H01L23/532; H05K1/00**- European:** H01L21/66P; H01L21/66P6**Application number:** DE20001001852 20000118**Priority number(s):** DE20001001852 20000118**Report a data error here****Abstract of DE10001852**

Process for molding at least one electrical signal line between two electrodes of an electrode pair comprises molding the signal electrochemically. Preferred Features: An electron line is used as the signal line. The signal line is produced by connecting the electrodes using a medium made of the starting material of the signal line and electrochemically depositing the starting material on one of the electrodes so that a signal line is formed.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 100 01 852 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 23/525**  
H 01 L 21/768  
H 01 L 23/532  
G 06 F 15/18  
G 06 T 7/40  
H 05 K 1/00

(21) Aktenzeichen: 100 01 852.1  
(22) Anmeldetag: 18. 1. 2000  
(43) Offenlegungstag: 26. 7. 2001

**DE 100 01 852 A 1**

(71) Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:  
Berthold, Thomas, 80995 München, DE; Schnöller, Manfred, Dr., 85778 Haimhausen, DE

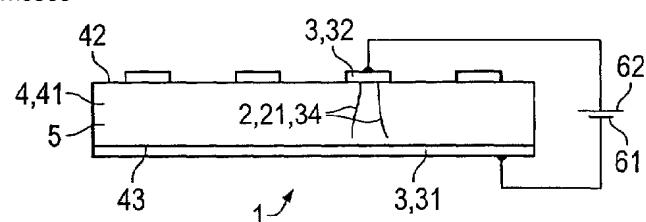
(56) Entgegenhaltungen:  
US-PS 53 15 162

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zum Formen einer elektrischen Signalleitung zwischen zwei Elektroden, Erzeugnis mit einer derartigen Signalleitung und Verwendung des Erzeugnisses

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrochemischen Formen einer elektrischen Signalleitung (2) zwischen zwei Elektroden (31, 32) eines Elektrodenpaars (3). Das Formen umfaßt ein Herstellen und/oder Unterbrechen einer Elektronenleitung. Eine Auswahl der Elektroden erfolgt nicht nach einem vorgegebenen Plan, sondern aufgrund eines äußeren, variablen Auswahlsignals. Ein über das Verfahren hergestelltes elektrotechnisches Erzeugnis (1) wird zur Herstellung einer neuronalen Schaltung (10) verwendet. Die neuronale Schaltung wird zur Mustererkennung eingesetzt.



**DE 100 01 852 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen mindestens einer elektrischen Signalleitung zwischen zwei Elektroden eines Elektrodenpaars. Neben dem Verfahren wird ein elektrotechnisches Erzeugnis angegeben, das mindestens ein Elektrodenpaar mit zwei Elektroden und einer elektrischen Signalleitung zwischen den Elektroden aufweist. Darüber hinaus wird eine Verwendung eines derartigen Erzeugnisses vorgestellt.

Eine elektrische Signalleitung zwischen zwei Elektroden eines Elektrodenpaars dient einer Weiterleitung eines elektrischen Signals von einer der Elektroden auf die andere Elektrode. Das elektrische Signal ist beispielsweise ein elektrisches Spannungssignal. Zur Weiterleitung des elektrischen Signals sind die Elektroden beispielsweise elektrisch leitend kontaktiert.

Zur elektrischen Kontaktierung zweier Elektroden des Elektrodenpaars wird zwischen den Elektroden eine elektrische Signalleitung beispielsweise in Form einer Elektronenleitung hergestellt. Durch die Elektronenleitung ist ein Transport von Elektronen von einer Elektrode zur anderen Elektrode möglich. Die Elektronenleitung besteht beispielsweise aus einem metallischen Leiter wie Lötzinn, das zum Kontaktieren der Elektroden aufgeschmolzen und mit den Elektroden verbunden wird.

Mit der Kontaktierung der Elektroden durch die elektrische Signalleitung wird eine elektronische Schaltung erhalten. Die elektronische Schaltung richtet sich nach einem fest vorgegebenen Bauplan. Der Bauplan wiederum ist auf ein spezielles Problem hin ausgerichtet, das mit Hilfe der elektronischen Schaltung gelöst werden soll. Derartige elektronische Schaltungen sind nicht ohne weiteres veränderbar und damit nicht universell einsetzbar. Sie sind auf solche Probleme anwendbar, die mit Hilfe der elektronischen Schaltung gelöst werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, aufzuzeigen, wie eine veränderbare elektronische Schaltung erhalten werden kann.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zum Formen mindestens einer elektrischen Signalleitung zwischen zwei Elektroden mindestens eines Elektrodenpaars angegeben, wobei das Formen der elektrischen Signalleitung elektrochemisch erfolgt.

Eine Elektrode ist beispielsweise eine Leiterbahn oder ein elektrischer Kontakt. Die Elektrode kann fest oder flüssig sein. Als elektrische Signalleitung ist jede Verbindung zwischen den Elektroden denkbar, die eine Übertragung eines elektrischen Signals von einer der Elektroden auf die andere Elektrode ermöglicht. Beispielsweise wird die elektrische Signalleitung durch einen Ionenleiter und/oder Elektronenleiter gebildet.

Das Formen der elektrischen Signalleitung bedeutet, daß die elektrische Signalleitung hergestellt und/oder unterbrochen werden kann. Ebenso ist unter Formen ein Modifizieren zu verstehen, wobei beispielsweise ein elektrischer Widerstand der Signalleitung verringert wird, indem ein leitender Querschnitt der Signalleitung vergrößert wird. Beim elektrochemischen Formen wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt und/oder umgekehrt. Die elektrische Energie trägt mittelbar und/oder unmittelbar zur Bildung einer chemischen Bindung bei. Umgekehrt wird bei einem Lösen einer chemischen Bindung Energie frei, die zur Bildung elektrischer Energie führt. Die chemische Bindung kann metallisch, ionisch und/oder kovalent sein. Die chemische Bindung kann zwischen gleichartigen oder ungleichartigen Atomen oder Molekülen hergestellt beziehungsweise gelöst werden.

In einer besonderen Ausgestaltung wird als elektrische

Signalleitung eine Elektronenleitung verwendet. Bei einer Elektronenleitung sind mehr oder weniger frei bewegliche Elektronen vorhanden. Zwischen den Elektroden kann ein elektrischer Strom fließen.

- 5 Insbesondere wird eine Elektrode und/oder eine Elektronenleitung verwendet, die einen Leiterwerkstoff aufweist, der aus der Gruppe metallischer Leiter, Halbleiter und/oder polymerer Leiter ausgewählt ist. Als metallischer Leiter kommt beispielsweise ein elementares Metall oder eine Legierung von Metallen in Frage. Denkbar ist auch ein nicht-metallischer Leiter wie Kohlenstoff, eine Kohlenstoffverbindung oder eine andere elektrisch leitende chemische Verbindungen wie Indiumzinnoxid. Elektroden und Elektronenleitung können den gleichen Leiterwerkstoff aufweisen.
- 10 Vorzugsweise sind sie aber aus voneinander unterschiedlichen Leiterwerkstoffen.

In einer besonderen Ausgestaltung umfaßt das Formen der elektrischen Signalleitung ein Herstellen und/oder Unterbrechen der elektrischen Signalleitung. Insbesondere

- 20 wird das Formen der elektrischen Signalleitung durch Elektrolyse durchgeführt. Dabei stehen die Elektroden und/oder die elektrische Signalleitung mit einem Elektrolyten in Kontakt. Durch Anlegen eines Elektrodenpotentials an die Elektroden findet eine Elektrodenreaktion statt. Die Elektrodenreaktion führt zur Bildung oder Unterbrechung der elektrischen Signalleitung. Bei einer Elektronenleitung aus einem Metall erfolgt das Unterbrechen beispielsweise dadurch, daß über die Elektroden an die Elektronenleitung ein Elektrodenpotential angelegt wird, das genügend positiv ist, um eine Oxidation des Metalls der Elektronenleitung zu bewirken. Es wird zumindest soviel Metall oxidiert, daß die Elektronenleitung unterbrochen ist. Es kann aber auch die ganze, ursprünglich vorhandene Elektronenleitung durch Oxidation entfernt werden.

- 30 In einer besonderen Ausgestaltung wird das Herstellen der elektrischen Signalleitung mit folgenden Verfahrensschritten durchgeführt: a) Verbinden der Elektroden durch ein Medium, das mindestens einen ionischen Ausgangsstoff der elektrischen Signalleitung aufweist und b) elektrochemisches Abscheiden des Ausgangsstoffs an zumindest einer der Elektroden, so daß die Elektronenleitung gebildet wird.

Elektrochemisches Abscheiden des Ausgangsstoffs an der Elektrode beinhaltet zwei Einzelschritte: Im ersten Einzelschritt wird der ionische Ausgangsstoff in Richtung der Elektrode bewegt. Im zweiten Einzelschritt findet an der Elektrode eine chemische Reaktion statt. Es kommt zu einer Abscheidung, aus der die elektrische Signalleitung gebildet wird. Die beschriebenen Einzelschritte müssen nicht aufeinanderfolgen. Sie können zeitlich überlappend stattfinden.

- 45 50 Das beschriebene elektrochemische Abscheiden kann allgemein als elektrophoretisches Abscheiden bezeichnet werden. Als chemische Reaktion des zweiten Einzelschritts ist ein beliebiger Reaktionstyp denkbar. Beispielsweise findet an der Elektrode eine Kondensationsreaktion organischer Moleküle statt, die zu einem Elektronenleiter mit einem organischen Leiter führt. Dazu können gleiche oder auch mehrere voneinander unterschiedliche Ausgangsstoffe verwendet werden. Als Reaktionstyp ist auch eine Oxidation und/oder Reduktion denkbar. In jedem Fall wird elektrische Energie zumindest zum Teil in chemische Energie umgewandelt.

Der ionische Ausgangsstoff zeichnet sich durch eine elektrische Ladung mit einem bestimmten Vorzeichen aus. Ein Bewegen des ionischen Ausgangsstoffs in Richtung einer der Elektroden gelingt beispielsweise durch ein Elektrodenpotential der Elektrode mit einem zur elektrischen Ladung des Ausgangsstoffs umgekehrten Vorzeichen (Elekrostatische Wechselwirkung).

Voraussetzung für das Bewegen des Ausgangsstoffs in Richtung der Elektrode ist eine Beweglichkeit des Ausgangsstoffs. Dies wird beispielsweise durch ein Medium in Form eines Elektrolyten ermöglicht. Der Elektrolyt zeichnet sich durch eine Ionenleitfähigkeit aus. Beispielsweise ist der Elektrolyt ein Lösungsmittel, eine Paste oder eine Schmelze mit dem Ausgangsstoff. Das Lösungsmittel ist beispielsweise Wasser oder eine andere polare Verbindung wie Methanol oder Ethanol. Zur Erhöhung einer Löslichkeit des Ausgangsstoffs und/oder zum Herstellen eines geladenen Zustands des Ausgangsstoffs kann der Elektrolyt ein Fremdion aufweisen. Beispielsweise kann Wasser durch Zugabe von Fremdionen in Form eines Puffersystems einen bestimmten pH-Wert aufweisen, bei dem der Ausgangsstoff hauptsächlich ionisch vorliegt. Ebenso kann der Elektrolyt einen Zusatzstoff aufweisen, der einen Habitus einer Abscheidung des Ausgangsstoffs beeinflusst. Beispielsweise begünstigt der Zusatzstoff ein nadelförmiges Abscheiden des Ausgangsstoffs.

Die chemische Reaktion an der Elektrode findet insbesondere gerichtet statt. Das Abscheiden erfolgt dabei bevorzugt von der Elektrode in Richtung der zweiten Elektrode des Elektrodenpaars statt. Es wird die elektrische Signalleitung gebildet. Ein derartiges gerichtetes Abscheiden gelingt beispielsweise dadurch, daß die chemische Reaktion in einem äußeren elektrischen und/oder magnetischen (anisotropen) Feld statt findet und die chemische Reaktion entlang des Feldes bevorzugt ist. Beispielsweise wird zwischen den Elektroden eine bestimmte Potentialdifferenz bzw. ein bestimmtes Potentialgefälle angelegt wird. Der ionische Ausgangsstoff wird entlang des Potentialgefäßes an der Elektrode abgeschieden. Dadurch "wächst" die elektrische Signalleitung in Richtung der zweiten Elektrode des Elektrodenpaars. Es wird so lange Ausgangsstoff abgeschieden, bis die elektrische Signalleitung zwischen den Elektroden aufgebaut ist. Bei einer elektrischen Signalleitung in Form einer Elektronenleitung werden die Elektroden auf diese Weise elektrisch leitend verbunden, also kurzgeschlossen.

Zum gerichteten elektrochemischen Abscheiden von einer Elektrode zur zweiten Elektrode des Elektrodenpaars ist es auch denkbar, daß das Potentialgefälle nicht zwischen den Elektroden des Elektrodenpaars erzeugt wird. Beispielsweise wird das Potentialgefälle zwischen der Elektrode des Elektrodenpaars, an der der Ausgangsstoff abgeschieden wird, und einer weiteren Elektrode aufgebaut wird. Die zweite Elektrode des Elektrodenpaars befindet sich zwischen der Elektrode und der weiteren Elektrode. Durch Anlegen des Potentialgefäßes kommt es zur Bildung der elektrischen Signalleitung. Sobald die Signalleitung die zweite Elektrode erreicht hat, wird das Potentialgefälle zwischen der Elektrode und der weiteren Elektrode entfernt.

Ein gerichtetes Abscheiden kann auch durch einen Trägerkörper ermöglicht bzw. begünstigt werden, an dem die Elektroden angebracht und durch mindestens einen Kanal des Trägerkörpers verbunden sind. Entlang des Kanals wird der Ausgangsstoff abgeschieden, wobei sich die elektrische Signalleitung von einer Elektrode in Richtung der zweiten Elektrode ausbildet. Ein derartiger Trägerkörper ist beispielsweise ein poröser Keramikkörper. Zum Herstellen der Signalleitung wird der Trägerkörper mit dem Medium befüllt, der den Ausgangsstoff der Signalleitung aufweist. Beispielsweise ist der Trägerkörper mit einer Lösung des Ausgangsstoffs getränkt. In einer besonderen Ausgestaltung findet das chemische Abscheiden des Ausgangsstoffs durch Elektrolyse statt.

Elektrolyse beinhaltet neben dem ersten Einzelschritt, dem Bewegen des Ausgangsstoffs in Richtung einer der Elektroden, als chemische Reaktion des zweiten Teilschritts

eine Elektrodenreaktion in Form einer Redoxreaktion. Dabei findet eine Elektronenübertragung von dem Ausgangsstoff zur Elektrode (Oxidation des Ausgangsstoffs) oder eine Elektronenübertragung von der Elektrode zum Ausgangsstoff (Reduktion des Ausgangsstoffs) statt. Durch die Oxidation bzw. die Reduktion wird aus dem Ausgangsstoff ein Baustein der elektrischen Signalleitung gebildet. Bei einer Elektronenleitung ist der Baustein beispielsweise der Leiterwerkstoff der Elektronenleitung. Bei der Elektrolyse wird ein Elektrodenpotential angelegt, das die Elektronenübertragung ermöglicht. Das Elektrodenpotential richtet sich nach einem Oxidations- bzw. Reduktionspotential des Ausgangsstoffs in dem Medium und nach dem Leitermaterial, aus dem die Elektrode besteht. Durch Elektrolyse, bei der zwischen den Elektroden des Elektrodenpaars ein bestimmtes Potentialgefälle angelegt wird, kann auf elegante Weise dafür gesorgt werden, daß der Ausgangsstoff zu einer der Elektroden bewegt und dort gerichtet entlang des Potentialgefäßes zwischen den Elektroden abgeschieden wird.

In einer besonderen Ausgestaltung wird ein Medium mit einem Salz des ionischen Ausgangsstoffs verwendet. Ein Salz zeichnet sich dadurch aus, daß zum ionischen Ausgangsstoff ein Gegenion vorhanden ist. Das Salz kann dabei in einem oben beschriebenen Elektrolyten gelöst sein. Das Salz kann aber auch selbst den Elektrolyten bilden und in pastoser Form, als Gel und/oder als Schmelze vorliegen.

In einer besonderen Ausgestaltung wird ein metallionischer Ausgangsstoff verwendet. Der metallionische Ausgangsstoff ist ein Metallion. Das Abscheiden des Metallions findet dabei durch Reduktion des Metallions zum entsprechenden Metall statt. Voraussetzung hierfür ist, daß an der Elektrode, an der die Reduktion stattfindet (Kathode), ein für die Reduktion notwendiges Elektrodenpotential anliegt. Als metallionischer Ausgangsstoff ist insbesondere ein Gold(Au<sup>3+</sup>)- Kupfer(Cu<sup>2+</sup>)- oder Silberion(Ag<sup>+</sup>) geeignet. Für die Elektrolyse ist insbesondere ein Metallsalz der Metallionen wie Goldchlorid (AgCl) Kupfersulfat (CuSO<sub>4</sub>) oder Silbernitrat (AgNO<sub>3</sub>) geeignet. Aus diesen Metallsalzen können in einem wässrigen Medium Kristalle der Metalle mit einem nadeligen und/oder blättchenförmigen Habitus abgeschieden werden. Durch einen derartigen Habitus ist ein gerichtetes Abscheiden begünstigt.

In einer besonderen Ausgestaltung wird eine Auswahl des Elektrodenpaars aus einer Mehrzahl von Elektroden durchgeführt. Eine Mehrzahl von Elektroden bedeutet, daß viele Elektroden bzw. Leiterbahnen vorliegen. Prinzipiell ist zwischen all diesen Elektroden das Herstellen und/oder Unterbrechen der elektrischen Signalleitung möglich. Durch die Auswahl wird bestimmt, zwischen welchen Elektroden eine elektrische Signalleitung hergestellt und zwischen welchen Elektroden die elektrische Signalleitung unterbrochen werden soll.

Die Auswahl des Elektrodenpaars kann dabei fest vorgegeben sein. Insbesondere ist es aber möglich, daß die Auswahl nicht fest vorgegeben ist. Die Auswahl wird aufgrund eines variablen Auswahlsignals durchgeführt. Das Auswahlsignal kann unterschiedliche (beliebige) Zustände aufweisen. In Abhängigkeit vom Zustand des Auswahlsignals werden ein oder mehrere Elektrodenpaare bestimmt. An den Elektroden der bestimmten Elektrodenpaare werden insbesondere die Elektrodenpotentiale angelegt, die dafür sorgen, daß zwischen den Elektroden elektrische Signalleitungen auf- oder abgebaut werden.

Das Auswahlsignal ist beispielsweise ein elektrisches Signal eines Meßgeräts. Dieses Meßgerät ist beispielsweise ein Photodetektor, ein Thermoelement oder ein Strommeßgerät. Das Auswahlsignal kann direkt von einem derartigen Meßgerät oder von einer dazwischen geschalteten Vorrich-

tung, zum Beispiel einem Verstärker, erzeugt werden. Ebenso kann das Auswahlsignal von einer elektrischen Schaltung ausgehen.

Beide Elektroden des Elektrodenpaars können durch das Auswahlsignal festgelegt werden. Möglich ist aber auch, daß eine Elektrode des Elektrodenpaars vorbestimmt ist, während die zweite Elektrode in Abhängigkeit vom Auswahlsignal festgelegt wird. Darüber hinaus ist auch denkbar, daß weitere Elektroden ausgewählt werden, die nur zum Herstellen der elektrischen Signalleitung zwischen den Elektroden des Elektrodenpaars benötigt werden (z. B. durch Aufbau eines elektrischen Feldes durch Anlegen eines Elektrodenpotentials an einer weiteren Elektrode). Ein steuernder Kontakt zu der weiteren Elektrode kann nach dem Herstellen und/oder Unterbrechen der elektrischen Signalleitung unterbrochen werden.

Die Auswahl des Elektrodenpaars führt beispielsweise dazu, daß eine elektrische Signalleitung zwischen den Elektroden eines bestimmten Elektrodenpaars hergestellt und eine weitere elektrische Signalleitung zwischen den Elektroden eines bestimmten weiteren Elektrodenpaars unterbrochen wird. Herstellen und Unterbrechen können gleichzeitig oder zeitlich nacheinanderfolgend durchgeführt werden. Es ist auch möglich, daß eine Elektrode zu mehr als einem Elektrodenpaar zu zählen ist. Beispielsweise wird die Elektrode mit mehreren Elektroden über jeweils eine elektrische Signalleitung verbunden.

Es ist auch denkbar, daß das Herstellen der elektrischen Signalleitung elektrochemisch, das Unterbrechen der weiteren elektrischen Signalleitung aber naßchemisch erfolgt. Dabei wird die elektrische Signalleitung ohne Einwirken elektrischer Energie durch eine Chemikalie aufgelöst. Ein mechanisches Entfernen der weiteren elektrischen Signalleitung ist ebenfalls möglich.

Neben dem Herstellen und dem Unterbrechen von elektrischen Signalleitungen ist es insbesondere auch möglich, daß das Auswahlsignal zu einer Modifizierung einer schon bestehenden elektrischen Signalleitung führt. Beispielsweise kann durch elektrochemisches Abscheiden ein Leiterquerschnitt einer Elektronenleitung vergrößert werden. Ein geeignetes Auswahlsignal hierfür ist beispielsweise eine Höhe eines Stromflusses durch die Elektronenleitung. Denkbar ist auch, daß eine elektrische Signalleitung eines Elektrodenpaars durch mindestens eine weitere elektrische Signalleitung verstärkt wird. Dies kann beispielsweise bei häufig benutzten elektrischen Signalleitungen nötig sein. Als Auswahlsignal hierfür kann eine Frequenz herangezogen werden, mit der die elektrische Signalleitung benutzt wird.

Nachdem die elektrische Signalleitung zwischen den Elektroden des Elektrodenpaars hergestellt und/oder unterbrochen ist, kann das Medium, der Elektrolyt und/oder der Ausgangsstoff unwirksam gemacht werden. Es kann kein elektrochemisches Formen der elektrischen Signalleitung ohne zusätzliche Maßnahme stattfinden. Die vorhandenen elektrischen Signalleitungen und damit die aus den Signalleitungen aufgebauten elektronischen Schaltung ist fixiert.

Unwirksam machen bedeutet insbesondere, daß keine Ionenleitung durch einen Elektrolyten möglich ist. Dies gelingt beispielsweise dadurch, daß das Medium mit dem Elektrolyten getrocknet wird. Denkbar ist auch, daß das Medium an einer Oberfläche eines porösen Trägerkörpers adsorbiert ist und nach dem Herstellen der Elektronenleitung aus dem Trägerkörper ausgewaschen wird. Vorstellbar ist auch, daß der Elektrolyt und/oder der Ausgangsstoff ausgefällt oder an eine weitere Substanz gebunden und dadurch unwirksam gemacht werden.

Zur Lösung der Aufgabe wird neben dem Verfahren zum Formen einer elektrischen Signalleitung ein elektrotechni-

sches Erzeugnis angegeben, aufweisend mindestens ein Elektrodenpaar mit zwei Elektroden und mindestens einer elektrischen Signalleitung zwischen den Elektroden, wobei die elektrische Signalleitung eine elektrochemische Abscheidung zumindest eines ionischen Ausgangsstoffs der elektrischen Signalleitung an zumindest einer der Elektroden ist.

Die elektrochemische Abscheidung ist insbesondere eine Elektronenleitung. Die Elektronenleitung verbindet die Elektroden elektrisch derart leitend, daß zwischen den Elektroden elektrischer Strom fließen kann.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die elektrochemische Abscheidung mindestens einen Leiterwerkstoff auf, der aus der Gruppe metallischer Leiter, Halbleiter und/oder polymerer Leiter ausgewählt ist. Der polymere Leiter ist beispielsweise ein anorganischer oder organischer Leiter. Ein organischer Leiter ist beispielsweise ein Leiterpolymer vom Poly(paraphenylen)-Typ (LPPP) oder vom Polyacetyl-Typ. Möglich ist auch ein Komplex eines Halogens wie Iod mit einem organischen Polymer ( $(CH)_x$ ) oder mit einem anorganischen Polymer ( $(SN)_x$ ). Derartige polymere Leiter und Komplexe können jeweils einen sogenannten eindimensionalen Leiter bilden, also einen Leiter mit einer Vorzugsrichtung.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die elektrochemische Abscheidung eine Vielzahl von Kristalliten mit einem nadeligen und/oder blättchenförmigen Habitus aufweist. Beispielsweise besteht die Signalleitung aus Gold-, Kupfer- oder Silber-Kristallen, die durch elektrochemisches Abscheiden aus Goldchlorid ( $AgCl_3$ ) Kupfersulfat ( $CuSO_4$ ) oder Silbernitrat ( $AgNO_3$ ) gewonnen wurden.

In einer besonderen Ausgestaltung weist der metallische Leiter mindestens ein Metall auf, das aus der Gruppe Gold, Silber und/oder Kupfer ausgewählt ist. Denkbar sind auch andere Metalle wie Platin und Nickel. Vorstellbar sind darüber hinaus Legierungen der genannten Metalle.

In einer weiteren Ausgestaltung ist zwischen den Elektroden mindestens ein die Elektroden elektrisch voneinander isolierender Trägerkörper zum Verbinden der Elektroden mit einem Medium angeordnet, das den ionischen Ausgangsstoff aufweist. Der Trägerkörper ist beispielsweise ein Substrat. Die Elektroden können durch Bedampfen, Bedrucken und/oder Aufwalzen auf dem Trägerkörper aufgebracht sein. Die Elektroden können sich auf einer einzigen oder auf unterschiedlichen Seiten des Trägerkörpers befinden. Denkbar ist auch, daß ein Stapel derartiger Trägerkörper vorhanden ist. Der Stapel weist eine Stapelfolge mit sich abwechselnden Trägerschichten und Elektrodenebenen auf. Die Elektrodenebenen sind aus den Elektroden gebildet. Der Stapel ist beispielsweise so gestaltet, daß die Elektroden durch entsprechende elektrische Leitungen an eine seitlichen Oberfläche des Staps elektrisch kontaktierbar sind.

In einer weiteren Ausgestaltung ist der Trägerkörper ein Elektrolytgel. Beispielsweise werden die Elektroden auf einem Elektrolytgel aufgebracht. Nach dem Herstellen der benötigten elektrischen Signalleitungen wird das Elektrolytgel ausgehärtet und fungiert somit selbst als Trägerkörper.

Insbesondere weist der Trägerkörper eine Vielzahl offener Poren auf. Die Poren ermöglichen das Herstellen einer elektrischen Signalleitung durch ein an sich elektrisch isolierendes Medium hindurch. Ähnliches wird bei einem Trägerkörper erreicht, der eine Schüttung aufweist. Die Schüttung besteht beispielsweise aus Quarzsand. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung weist der Trägerkörper mindestens ein Trägermaterial auf, das aus der Gruppe Keramik und/oder polymerer Werkstoff ausgewählt ist. Besonders vorteilhaft ist eine hochporöse Keramik. Denkbar ist auch eine betonartige Gussmasse. Ein polymerer Werkstoff

wie beispielsweise ein Kunststoffschaum aus Polyurethan ist ebenso vorstellbar wie ein natürlicher polymerer Werkstoff wie Cellulose oder daraus aufgebautes organisches Material. Die Poren des Trägerkörpers können isotrop bezüglich ihrer Gestalt und Größe über den Trägerkörper verteilt sein. Vorteilhaft sind die Poren aber derart anisotrop verteilt, daß eine Vorzugsrichtung zwischen den Elektroden vorhanden ist. Beispielsweise sind die Elektroden durch Poren in Form von Kanälen miteinander verbunden.

In einer besonderen Ausgestaltung ist eine Mehrzahl von Elektroden vorhanden, aus der das Elektrodenpaar ausgewählt ist. Beispielsweise befindet sich die Mehrzahl der Elektroden an oder in einem Substrat, das als Standardsubstrat verwendet werden kann. Zwischen allen Elektroden des Standardsubstrats sind elektrische Signalleitungen möglich, aber nur zwischen bestimmten Elektroden (in Abhängigkeit von einem bestimmten Auswahlsignal) tatsächlich vorhanden. Die vorhandenen Signalleitungen sind Teil einer bestimmten elektronischen Schaltung.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird das zuvor beschriebene Erzeugnis zum Herstellen einer neuronalen Schaltung verwendet. Der Begriff neuronale Schaltung ist in Anlehnung an die Biologie gewählt. Die Elektroden des elektrotechnischen Erzeugnisses sind mit einzelnen Nervenzellen (Neuronen) eines Lebewesens vergleichbar. Die Nervenzellen können sich im Gegensatz zu anderen Zellen des Lebewesens nicht teilen oder vermehren. Das Lebewesen muß mit den vorhandenen Nervenzellen das Nervensystem aufbauen oder das Nervensystem im Bedarfsfall an einen gegebenen (äußeren) Einfluß anpassen. Dazu ist das Lebewesen in der Lage, einzelne Verbindungen zwischen den Nervenzellen herzustellen oder zu unterbrechen. Auf dem Herstellen und Unterbrechen von Verbindungen zwischen Nervenzellen als Ergebnis von äußeren Einflüssen beruht ein Lernen bzw. ein Lernprozeß des Lebewesens. Dabei werden beispielsweise besonders beanspruchte Teile des Nervensystems miteinander verknüpft. Es entsteht eine neuronale Schaltung.

Die elektrische Signalleitung zwischen zwei Elektroden des Erzeugnisses entspricht einer Verbindung zwischen zwei Nervenzellen. In Abhängigkeit eines äußeren Einflusses in Form eines Auswahlsignals werden elektrische Signalleitungen zwischen bestimmten Elektroden hergestellt oder auch unterbrochen. Das Auswahlsignal ist beispielsweise eine bestimmte Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden. In einem derartigen Lernprozeß entsteht eine an den äußeren Einfluß angepaßte elektronische Schaltung, die als neuronale Schaltung bezeichnet wird. Ändert sich der äußere Einfluß beispielsweise durch Änderung des Zustands des Auswahlsignals, so können wiederum elektrische Signalleitungen zwischen bestimmten weiteren Elektroden hergestellt oder unterbrochen werden. Die elektronische Schaltung kann sich an sich ändernde äußere Einflüsse anpassen. Die elektronische Schaltung ist lernfähig. Damit sie lernfähig ist, wird ein elektrotechnisches Erzeugnis zur Verfügung gestellt, das zumindest für den Lernprozeß alle dafür notwendigen Bestandteile aufweist (z. B. Elektroden, Elektrolyt, ionischer Ausgangsstoff). Nach Beendigung des Lernprozesses kann die erhaltenen neuronale Schaltung fixiert werden. Das elektrotechnische Erzeugnis, das nunmehr die neuronale Schaltung aufweist, kann aber auch in einem reaktiven, also lernfähigem Zustand verbleiben.

Es gibt eine Vielzahl von lernfähigen Computerprogrammen zur Realisierung neuronaler Schaltungen bzw. neuronaler Netze. Dabei werden vorgegebene elektronische Schaltungen (z. B. Rechner) benutzt. Ein äußerer Einfluß wird als Eingangssignal von dem Computerprogramm registriert, in einem Speicher abgelegt und mit bereits gespeicherten Ein-

gangssignalen verglichen. Aus einem derartigen Vergleich resultiert ein Ausgangssignal zur Weiterverarbeitung. Derart erfolgt beispielsweise Mustererkennung. Ein bestimmter Gegenstand wird durch eine Kamera aufgenommen. Es entsteht ein Bild, das einem bestimmten Eingangssignal entspricht. Das Eingangssignal wird mit einem gespeicherten, als Vorlage dienenden Eingangssignal (Bild) verglichen. In Abhängigkeit von Übereinstimmen oder Nichtübereinstimmen von eingegangenem und gespeichertem Eingangssignal werden verschiedene Ausgangssignale generiert.

Dagegen wird bei der neuronalen Schaltung im Sinne der vorliegenden Erfindung keines der Bilder in einem Speicher eines Rechners abgespeichert. Es wird auf der Basis eines Bildes, das als Vergleichsmuster dient, ein Auswahlsignal erzeugt. Mit Hilfe dieses Auswahlsignals wird in einem Lernprozeß eine neuronale Schaltung hergestellt. Nach dem Lernprozeß stehen elektronische Signalleitungen entsprechend einer früheren "Erfahrung" zur Verfügung. Zur Mustererkennung wird ein Bild eines Musters bzw. einer Probe aufgenommen. Aus diesem Bild wird ein Eingangssignal für die neuronale Schaltung generiert. Stimmen Auswahlsignal und Eingangssignal überein, wird die neuronale Schaltung aktiviert. Beispielsweise wird durch die neuronale Schaltung ein Ausgangssignal der neuronalen Schaltung erzeugt. Stimmen dagegen Auswahlsignal und Eingangssignal nicht überein, bleibt die neuronale Schaltung inaktiv. Es wird beispielsweise kein Ausgangssignal erzeugt. Denkbar ist auch, daß ein Ausgangssignal erzeugt wird, das sich von dem Ausgangssignal bei Übereinstimmung unterscheidet. Die Übereinstimmung muß nicht exakt sein. Es kann auch eine tolerierbare Abweichung von der Übereinstimmung auftreten. Beispielsweise unterscheiden sich Auswahlsignal und Eingangssignal nur geringfügig in einer Höhe eines Spannungssignals. Mit Hilfe der neuronalen Schaltung ist eine Verarbeitung von Eingangssignalen möglich, für die weder Zwischenspeicherung noch Vergleich mit abgespeicherten Eingangssignalen nötig ist.

Aus der Mustererkennung ergeben sich beispielsweise Anwendungen zur Erkennung bzw. Identifizierung einer Person. Ein mögliches Muster ist dabei ein Fingerabdruck der Person. Beim Lernprozeß wird eine auf den Fingerabdruck der Person hin ausgerichtete neuronale Schaltung erhalten. Die neuronale Schaltung dient der Identifizierung der Person. Diese Art der Identifizierung von Personen läßt sich beispielsweise einfach auf einer Chipkarte integrieren.

Denkbar ist auch die Verwendung des elektronischen Erzeugnisses als Standardsubstrat. Auf diesem Standardsubstrat können die unterschiedlichsten elektronischen Bauteile wie Chips, Kondensatoren oder ähnliches aufgebracht werden. Beim Lernprozeß werden entsprechend der Bauteile unterschiedliche Ausgänge (Elektroden) des Standardsubstrats angesteuert. Es entsteht eine auf das Bauteil hin ausgerichtete neuronale Schaltung mit entsprechenden elektrischen Signalleitungen.

Zusammengefaßt ergeben sich mit der Erfindung folgende Vorteile:

- Es kann eine elektrische Signalleitung zwischen Elektroden bedarfsgerecht hergestellt und/oder entfernt werden.
- Es ist eine an äußere Einflüsse anpassungsfähige, leicht modifizierbare, lernfähige, elektronische Schaltung zugänglich (neuronale Schaltung). Die Schaltung stellt sich entsprechend der Einflüsse selbsttätig her oder verändert sich selbsttätig.
- Durch die neuronale Schaltung werden Material, Zeit, und damit auch Kosten gespart.
- Im Gegensatz zu einer neuronalen Schaltung, die

durch ein Computerprogramm realisiert ist, zeichnet sich die neuronale Schaltung der vorliegenden Erfindung durch eine hohe Betriebssicherheit aus. Die neuronale Schaltung ist gegenüber Stromausfall, elektromagnetische Pulse und/oder radiaktive Bestrahlung nahezu unempfindlich, also resistent.

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der dazu gehörigen Figuren wird die Erfindung näher erläutert. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

**Fig. 1a bis 1c** zeigen ein elektrotechnisches Erzeugnis mit einer Mehrzahl von Elektroden in einem Querschnitt und in Aufsicht von oben und unten.

**Fig. 2** zeigt ein elektrotechnisches Erzeugnis im Querschnitt mit zwei Elektrodenpaaren, die eine gemeinsame Elektrode aufweisen.

**Fig. 3** zeigt eine elektrotechnisches Erzeugnis in Form eines Stapels aus Trägerschichten und Elektrodenebenen.

**Fig. 4** zeigt ein elektrotechnisches Erzeugnis mit einer Unterbrechung der elektrischen Signalleitung zwischen zwei Elektroden.

**Fig. 5** zeigt einen Ausschnitt eines Trägerkörpers mit einer Vielzahl von Poren.

**Fig. 6a und 6b** zeigen elektrochemische Abscheidungen mit nadeligem und blättenförmigen Habitus.

**Fig. 7** zeigt ein Verfahren zum Formen einer elektrischen Signalleitung.

**Fig. 8** zeigt ein Ablaufdiagramm zur Mustererkennung mit Hilfe einer neuronalen Schaltung.

Im folgenden wird das Herstellen eines elektrotechnischen Erzeugnisses **1** zum Formen einer elektrischen Signalleitung **2** zwischen den Elektroden **31** und **32** eines Elektrodenpaars **3** des elektrotechnischen Erzeugnisses **1** beschrieben. Die Elektroden **31** und **32** des Erzeugnisses **1** weisen Graphit als Leiterwerkstoff **34** auf. Die elektrische Signalleitung **2** ist eine Elektronenleitung **21** mit dem Leiterwerkstoff **34** aus elementarem Silber. Das Formen **73** der Elektronenleitung **21** beinhaltet das Herstellen (**Fig. 1a, 2 und 3**) und/oder Unterbrechen (**Fig. 4**) der Elektronenleitung **21** und erfolgt elektrochemisch.

### Beispiel 1

Zum Herstellen des elektrotechnischen Erzeugnisses **1** wird eine  $\text{Al}_2\text{-SiO}_2$ -Keramik mit einer Vielzahl von Poren **41** in Scheiben mit einer Schichtdicke von 2 mm zersägt. Eine derartige Scheibe stellt einen Trägerkörper **4** des elektrotechnischen Erzeugnisses **1** dar. Auf einer Oberseite **42** und einer der Oberseite **42** gegenüberliegenden Unterseite **43** des Trägerkörpers **4** werden Leiterbahnen **33** aufgebracht. Die Leiterbahnen **33** jeder der Seiten **42** und **43** sind zueinander parallel und zu den Leiterbahnen **33** der gegenüberliegenden Seite **43** und **42** nahezu senkrecht angeordnet.

Zum Aufbringen der Leiterbahnen **33** wird Kupferdraht mit einer Graphitaufschlammung auf den Oberflächen **42** und **43** aufgeklebt und die Graphitaufschlammung getrocknet. Die Kupferdrähte mit dem Graphit bilden die Mehrzahl **33** von Elektroden des elektrotechnischen Erzeugnisses **1**. Durch den Trägerkörper **4** sind die Elektroden **33** elektrisch voneinander isoliert.

Nach dem Trocknen der Graphitaufschlammung werden die Elektroden **33** mit dem Medium **5** verbunden, das den metallionischen Ausgangsstoff **51** der elektrischen Signalleitung **2** aufweist (**Fig. 7, Verfahrensschritt 71** des Verfahrens **7**). Dazu wird eine Lösung von 20 Gewichtsprozent des Salzes **52**  $\text{AgNO}_3$  in Wasser so auf den Trägerkörper **4** aufgetragen, daß der Trägerkörper **4** die Lösung aufsaugt. In

den Poren **41** des Trägerkörpers **4** befindet sich so das Medium **5** mit dem  $\text{AgNO}_3$  **52** und dem Wasser. Das Medium **5** fungiert als Lieferant von  $\text{Ag}^+$ -Ionen **51** und als Elektrolyt für das elektrochemische Abscheiden **73**. Ein elektrischer Widerstand zwischen den Elektroden bzw. Leiterbahnen **33** beträgt nach dem Verbinden mit dem Medium **5** zwischen 1200 und 2000  $\Omega$ .

Zum Herstellen der elektrischen Signalleitung **2** erfolgt die Auswahl des Elektrodenpaars **3** aus der Mehrzahl **33** der Elektroden aufweist (**Fig. 7, Verfahrensschritt 72**). Dazu wird eine Elektrode **32** der Oberseite **42** mit einem negativen Pol **62** einer Gleichstromquelle **6** (1,5 V – Batterie) und eine Elektrode **31** der Unterseite **43** mit einem positiven Pol **61** der Gleichspannungsquelle **6** elektrisch leitend verbunden (vgl. **Fig. 1a**). Die Auswahl **72** erfolgt durch Anlegen der Elektrodenpotentiale an die Elektroden **31** und **32**, die durch die Gleichstromquelle **6** vorgegebenen sind.

Aufgrund der Elektrodenpotentiale kommt zu einem elektrochemischen Abscheiden durch Elektrolyse (**Fig. 7, Verfahrensschritt 73**). Dabei wird der metallionische Ausgangsstoff  $\text{Ag}^+$  an der mit dem negativen Pol der Gleichstromquelle **62** verbundenen Elektrode **32** (Kathode) zu elementarem Ag reduziert. Das Abscheiden erfolgt gerichtet in Richtung der mit dem positiven Pol **61** der Gleichstromquelle **6** verbundenen Elektrode **61** (Anode). Die entstehende elektrische Signalleitung **2** ist eine elektrochemische Abscheidung in Form einer Elektronenleitung **21** mit dem Leiterwerkstoff **34** aus Silber. Die Abscheidung **21** weist Silberkristalle mit nadeligem Habitus **22** auf (**Fig. 6a**). Nach Beendigung der Elektrolyse besteht zwischen den Elektroden **31** und **32** des Elektrodenpaars **3** eine Elektronenleitung **21** mit einem Widerstand von etwa 30  $\Omega$ .

### Beispiel 2

Im Gegensatz zu Beispiel 1 werden zwei Elektrodenpaare **3** und **30** ausgewählt, wobei eine Elektrode **31, 301** beiden Elektrodenpaaren **3** und **30** angehört. Es werden Elektronenleitungen **21** und **210** zwischen der gemeinsamen Elektrode **31, 301** der Elektrodenpaare **3** und **30** und den anderen Elektroden **32** und **302** der Elektrodenpaare **3** und **30** ausgebildet (**Fig. 2**).

### Beispiel 3

Im Gegensatz zu den vorhergehenden Beispielen wird das Elektrodenpaar **30** nicht aus den Elektroden **33** unterschiedlicher Seiten **42** und **43** sondern aus Elektroden einer der Seiten des Trägerkörpers **4** ausgewählt (vgl. **Fig. 1b**). Der Widerstand der Elektronenleitung **210** nach der Elektrolyse beträgt unter gleichen Herstellungsbedingungen wie Beispiel 1 ebenfalls etwa 30  $\Omega$ .

### Beispiel 4

Es werden gemäß Beispiel 1 mehrere Trägerkörper **4** mit darauf angebrachten Elektroden **33** hergestellt. Diese Trägerkörper **4** werden mit der Lösung von  $\text{AgNO}_3$  in Wasser getränkt und übereinander zu einem Stapel **44** angeordnet, so daß sich eine Schichtfolge mit sich abwechselnden Elektrodenebenen **46** und Trägerschichten **45** ergibt (vgl. **Fig. 3**). Die Elektroden der Elektrodenebenen **46** sind bis an eine seitliche Oberfläche des Stapels **44** geführt. In einem Lernprozeß findet die Auswahl **72** bestimmter Elektrodenpaare **3** und **30** statt. An deren Elektroden **31, 32, 301** und **302** werden bestimmte Elektrodenpotentiale angelegt. Durch Anlegen der Elektrodenpotentiale wachsen zwischen den Elektroden **31, 32, 301** und **302** der Elektrodenpaare **3** und **30** die

Elektronenleitungen **21** und **210**.

### Beispiel 5

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Beispielen wird eine Elektronenleitung **21** zwischen den Elektroden **31** und **32** eines Elektrodenpaars **3** des Erzeugnisses **1** unterbrochen (vgl. Fig. 4). Dabei wird über die Elektroden **31** bzw. **32** ein Elektrodenpotential an die Elektronenleitung **21** angelegt das zur Oxidation von Ag zu  $\text{Ag}^+$  führt.  $\text{Ag}^+$  geht in dem Elektrolyten in Lösung. Die Elektronenleitung **21** wird soweit aufgelöst, bis eine Unterbrechung **24** der Elektronenleitung **21** vorhanden ist. Eine weitere Elektrode **331** des Erzeugnisses **1** fungiert für diese Art der Formung **73** der elektrischen Signalleitung **2** als Gegenelektrode.

Das beschriebene elektrotechnische Erzeugnis **1** wird zum Herstellen einer neuronalen Schaltung **10** verwendet. Das Herstellen der neuronalen Schaltung **10** erfolgt dabei in einem Lernprozeß. Durch den Lernprozeß weist das elektrotechnische Erzeugnis **1** selbst die neuronale Schaltung **10** auf.

### Anwendungsbeispiel 1

Das elektrotechnische Erzeugnis **1** wird gemäß einem ersten Anwendungsbeispiel als Standardsubstrat eingesetzt. Durch ein auf dem Standardsubstrat aufgebrachtes, mit bestimmten Elektroden elektrisch verbundenes elektrisches Bauteil wird ein Lernprozeß initiiert, der zu einer neuronalen Schaltung **10** führt. Mit Hilfe der neuronalen Schaltung **10** wird ein Ausgangssignal des Bauteils verarbeitet.

### Anwendungsbeispiel 2

Gemäß einem weiteren Anwendungsbeispiel wird das elektrotechnische Erzeugnis **1** zur Mustererkennung verwendet (vgl. 80, Fig. 8). Im ersten Schritt **81** erfolgt das Erzeugen eines Auswahlsignals durch Aufnahme eines Vergleichsmusters.

Im zweiten Schritt **82** wird in einem Lernprozeß das auf dem Vergleichsmuster beruhende Auswahlsignal zur Herstellung einer bestimmten neuronalen Schaltung **10** verwendet. Danach erfolgt die Aufnahme eines Musters (Schritt **83**). Daraus wird ein Eingangssignal für die neuronale Schaltung **10** erzeugt. Eine Überprüfung **84**, ob Eingangssignal und Auswahlsignal übereinstimmen, erfolgt automatisch durch die neuronale Schaltung **10**. Weichen Eingangs- und Auswahlsignal voneinander ab, bleibt die neuronale Schaltung **10** inaktiv (Schritt **85**). Stimmen dagegen die Signale überein, wird die neuronale Schaltung **10** aktiviert (Schritt **86**). Es wird ein Ausgangssignal der neuronalen Schaltung **10** zur Weiterverarbeitung generiert.

### Anwendungsbeispiel 3

In einem Herstellungsprozeß werden mehrere elektronische Bausteine unterschiedlichster Art zu einer größeren elektronischen Einheit zusammengebaut. Die Bausteine sind beispielsweise ein Chip und eine Platine. Dabei wird nach Bedarf und nicht in Masse produziert, d. h. von Montagezyklus zu Montagezyklus wird unter Umständen eine unterschiedliche, größere elektronische Einheit hergestellt. Um zu vermeiden, daß die Elektroden, zwischen denen elektrische Signalleitungen hergestellt werden sollen, für jede der unterschiedlichen, größeren Einheiten festgelegt werden müssen, wird zwischen den elektronischen Baustein eine mit einem Elektrolyten getränkten Masse angeordnet. Zwischen Elektroden des Chips und Elektroden der Platine,

die mit der Masse in Kontakt stehen, wird eine elektrische Spannung angelegt. Es wird die elektrische Signalleitung zwischen den Elektroden des Chips und den Elektroden der Platine durch die Masse aufgebaut. Auf diese Weise können in einem uniformen Herstellungsprozeß unterschiedliche größerer elektronische Einheiten erzeugt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Formen mindestens einer elektrischen Signalleitung (**2**) zwischen zwei Elektroden (**31**, **32**) mindestens eines Elektrodenpaars (**3**), wobei das Formen der elektrischen Signalleitung (**2**) elektrochemisch erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als elektrische Signalleitung (**2**) eine Elektronenleitung (**21**) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 wobei das Formen der elektrischen Signalleitung (**2**) ein Herstellen und/oder ein Unterbrechen der elektrischen Signalleitung (**2**) umfaßt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zum Formen der elektrischen Signalleitung (**2**) eine Elektrolyse durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei das Herstellen der elektrischen Signalleitung (**2**) mit folgenden Verfahrensschritten durchgeführt wird:
  - a) Verbinden der Elektroden (**31**, **32**) durch ein Medium (**5**), das mindestens einen ionischen Ausgangsstoff (**51**) der elektrischen Signalleitung (**2**) aufweist, und
  - b) elektrochemisches Abscheiden (**73**) des Ausgangsstoffs an zumindest einer der Elektroden, so daß die elektrische Signalleitung gebildet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei ein Medium (**5**) mit einem Salz (**52**) des ionischen Ausgangsstoffs (**51**) verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei ein metallionischer Ausgangsstoff (**51**) verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei ein metallionischer Ausgangsstoff (**51**) verwendet wird, der aus der Gruppe  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$  und/oder  $\text{Cu}^{2+}$  ausgewählt ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine Auswahl (**72**) des Elektrodenpaars (**3**) aus einer Mehrzahl (**33**) von Elektroden durchgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Auswahl (**72**) aufgrund eines variablen Auswahlsignals durchgeführt wird.
11. Elektrotechnisches Erzeugnis, aufweisend
  - mindestens ein Elektrodenpaar (**3**, **30**) mit zwei Elektroden (**31**, **32**, **301**, **302**) und
  - mindestens einer elektrischen Signalleitung (**2**, **20**) zwischen den Elektroden (**31**, **32**, **301**, **302**), wobei
    - die elektrische Signalleitung (**2**, **20**) eine elektrochemische Abscheidung (**21**, **210**) zumindest eines ionischen Ausgangsstoffs (**51**) der elektrischen Signalleitung (**2**, **20**) an zumindest einer der Elektroden (**31**, **32**, **301**, **302**) ist.

12. Erzeugnis nach Anspruch 11, wobei die elektrochemische Abscheidung (**21**, **210**) eine Elektronenleitung ist.
13. Erzeugnis nach Anspruch 11 oder 12, wobei die elektrochemische Abscheidung (**21**, **210**) mindestens einen Leiterwerkstoff (**34**) aufweist, der aus der Gruppe metallischer Leiter, Halbleiter und/oder polymerer Leiter ausgewählt ist.
14. Erzeugnis nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

wobei die elektrochemische Abscheidung (21, 210) eine Vielzahl von Kristalliten mit einem nadeligen (22) und/oder blättchenförmigen Habitus (23) aufweist.

15. Erzeugnis nach Anspruch 13 oder 14, wobei der metallische Leiter (34) mindestens ein Metall aufweist, 5 das aus der Gruppe Gold, Silber und/oder Kupfer ausgewählt ist.

16. Erzeugnis nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei zwischen den Elektroden (31, 32) mindestens 10 ein die Elektroden (31, 32) elektrisch voneinander isolierender Trägerkörper (4) zum Verbinden der Elektroden (31, 32) mit einem Medium (5) angeordnet, das den ionischen Ausgangsstoff (51) aufweist.

17. Erzeugnis nach Anspruch 16, wobei der Trägerkörper (4) eine Vielzahl offener Poren (41) aufweist. 15

18. Erzeugnis nach Anspruch 16 oder 17, wobei der Trägerkörper (4) mindestens ein Trägermaterial (47) aufweist, das aus der Gruppe Keramik und/oder polymerer Werkstoff ausgewählt ist.

19. Erzeugnis nach einem der Ansprüche 11 bis 18, 20 wobei eine Mehrzahl (33) von Elektroden vorhanden ist, aus der das Elektrodenpaar (3, 30) ausgewählt ist.

20. Verwendung des Erzeugnisses nach einem der Ansprüche 11 bis 19 zum Herstellen einer neuronalen Schaltung (10). 25

21. Verwendung der neuronalen Schaltung (10) nach Anspruch 20 zur Mustererkennung (8).

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1A

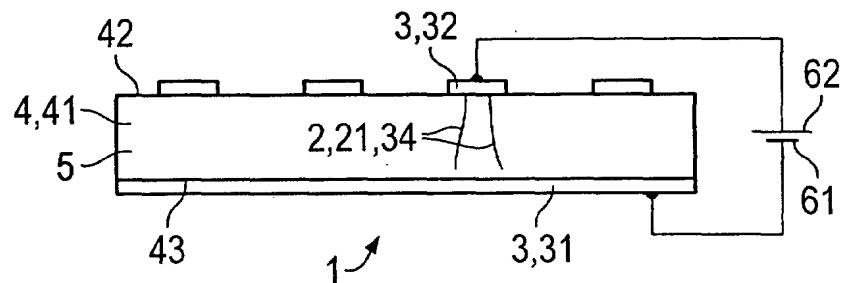


FIG 1B

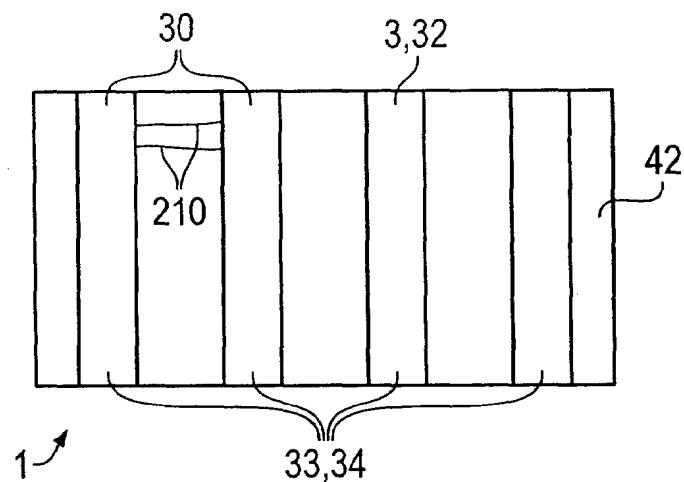


FIG 1C

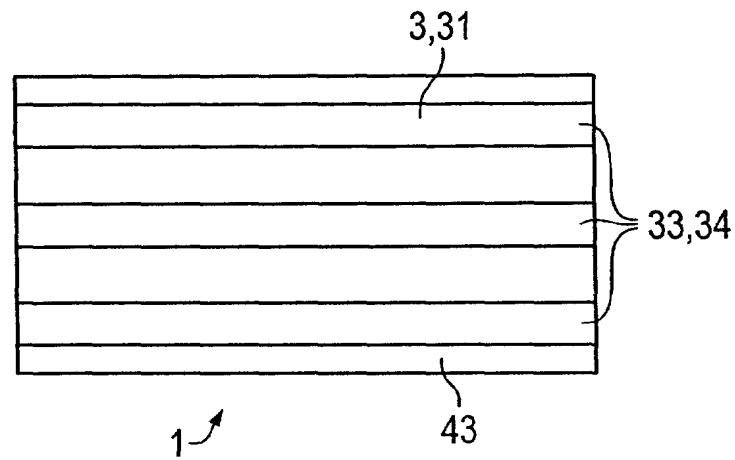


FIG 2

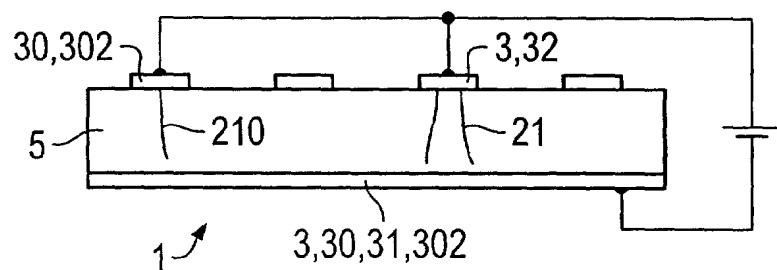


FIG 3

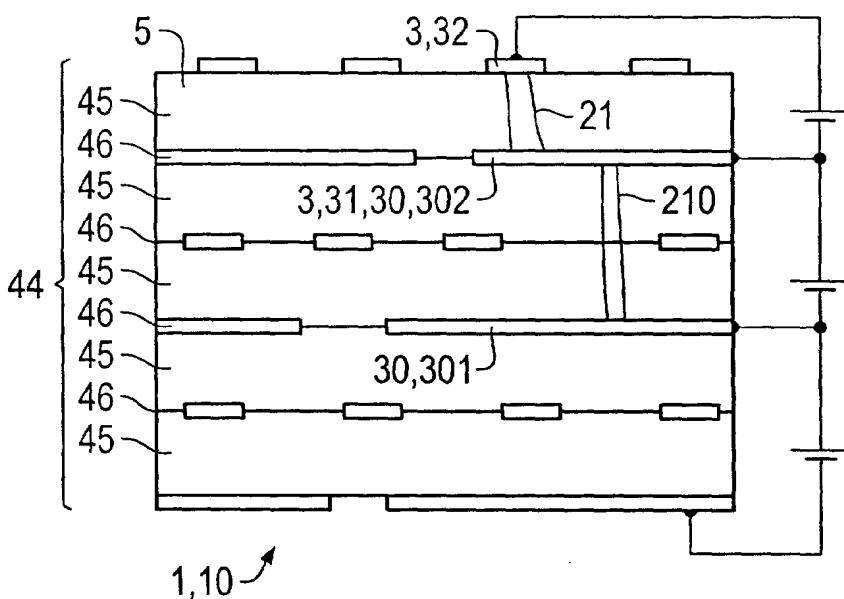


FIG 4

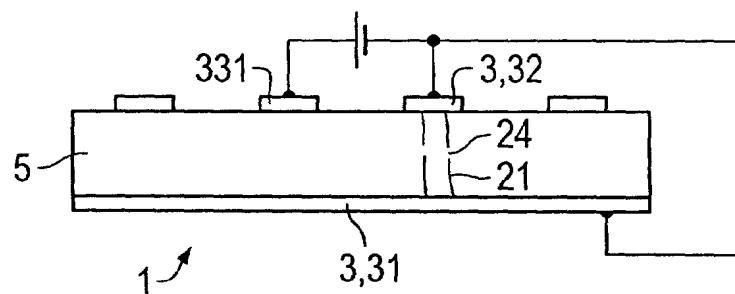


FIG 5

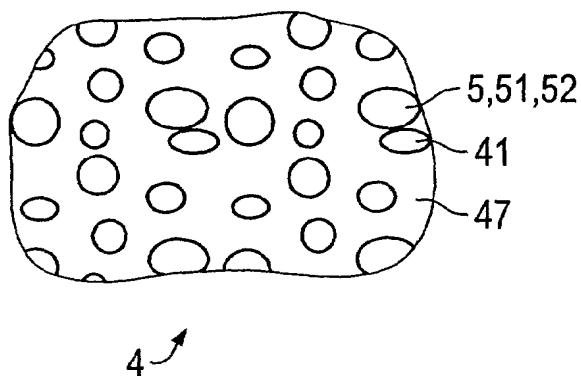


FIG 6A

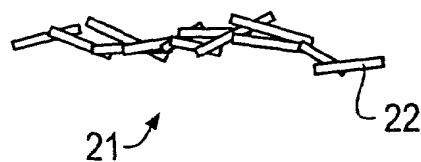


FIG 6B

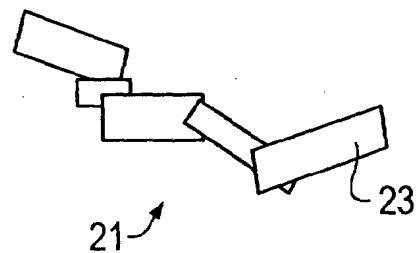


FIG 7

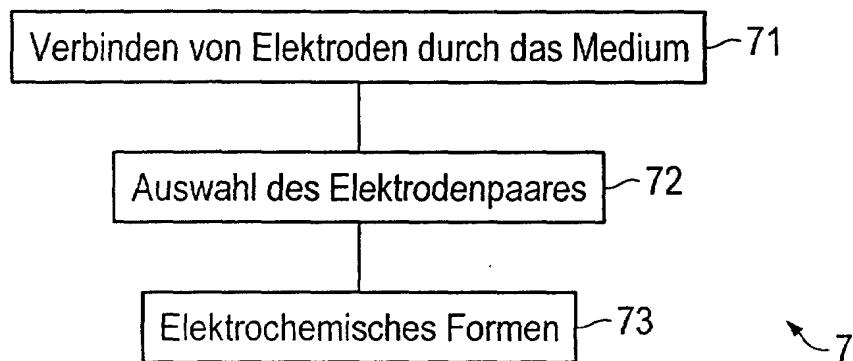
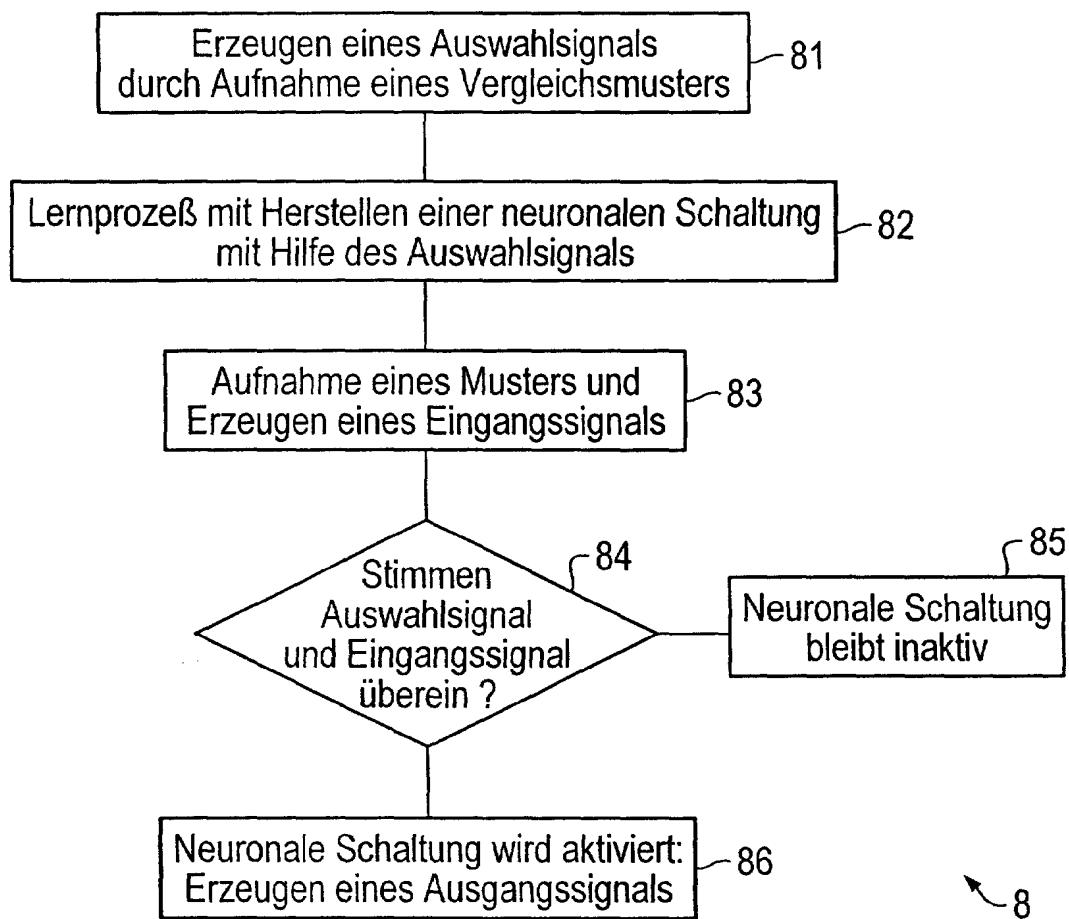


FIG 8



## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention concerns a method at least after the generic term of the requirement 1 for forming an electrical signal line between two electrodes of a pair of electrodes. Beside the method an electrotechnical product becomes after the generic term of the requirement 11 indicated, which exhibits at least a pair of electrodes with two electrodes and an electrical signal line between the electrodes. Beyond that an use of a such method is introduced.

An electrical signal line between two electrodes of a pair of electrodes serves a forwarding of an electrical signal of one of the electrodes on the other electrode. The electrical signal is for example an electrical voltage signal. To the forwarding of the electrical signal the electrodes for example electrical are contacted leading.

The electrical contacting of two electrodes of the pair of electrodes an electrical signal line becomes for example in form of an electron conduction prepared between the electrodes. By the electron conduction a transport of electrons from an electrode is possible to the other electrode. The electron conduction consists for example of a metallic leader such as tin solder, which is melted for contacting the electrodes and connected with the electrodes.

With the contacting of the electrodes by the electrical signal line an electronic circuit becomes obtained. The electronic circuit depends on a solid given structural drawing. The structural drawing again is aligned on a special problem, which is to become dissolved with the help of the electronic circuit. Such electronic circuits are changeable and thus not universally more insertable so easily. They are more applicable on such problems, which with the help of the electronic circuit dissolved to become to be able.

From US 5,315,162 is a method for forming at least an electrical signal line between two electrodes at least a pair of electrodes known, whereby forming the electrical signal lines electrochemical made. Forming the electrical signal line covers a manufacturing and/or an interrupting of the electrical signal line. The electrical signal line is preferably an electrochemical separation from copper or silver. In order to be able to manufacture this electrochemical separation, channels are arranged in the carrier between the electrodes, which exhibit a ionischen basic material of the electrochemical separation. By creation of an electric voltage between the electrodes made electrochemical separating of the basic material. The electrical signal line develops. So that the electrical signal line between the electrodes can become formed, a pre-determined channel, which contains for example carbon as absorbent for the basic material, between the electrodes is arranged in the carrier body. A place and an adjustment of the electrical signal line of limited itself given channels in the carrier body, solid which can be manufactured, on those.

Task of the available invention is it to point out how a changeable electronic circuit with a flexibility higher in the comparison to the known state of the art can become obtained.

The solution of the task a method becomes electrochemical forming at least an electrical signal line between two from each other insulated electrodes electrical connected by a carrier body and at least a pair of electrodes indicated, characterized thus that a carrier body with a variety of open pores is used and forming by the pores of the carrier body made.

An electrode is for example a conductive strip or an electrical contact. The electrode can be solid or liquid. As electrical signal line each connection between the electrodes is more conceivable, the one transmission of an electrical signal of one of the electrodes on the other electrode possible. For example the electrical signal line becomes formed by an ion leader and/or an electron conductor.

Forming the electrical signal line means that the electrical signal line prepared can be interrupted and/or. Likewise modifying is to be understood by forms, whereby for example an electrical resistance of the signal line is reduced, as a leading cross section of the signal line is increased. With electrochemical forming electrical energy is converted and/or turned around into chemical energy. The electrical energy contributes indirectly and/or directly to the formation of a chemical bond. With a release of a chemical bond energy free, which leads to the formation of electrical energy, is turned around. The chemical bond can be metallically, ionisch and/or kovalent. The chemical bond can become between similar or different atoms or molecules prepared and/or dissolved.

In a peculiar arrangement as electrical signal line an electron conduction is used. During an electron conduction more or less free movable electrons are present. Between the electrodes an electric current can flow.

In particular an electrode and/or an electron conduction are used, which exhibit a conductor material, which is selected from the group of metallic leaders, semiconductors and/or polymere leaders. As metallic leaders is applicable for example an elemental metal or an alloy of metals. More conceivable also a non-metallic leader is such as carbon, a carbon compound or another electrical leading chemical compounds such as Indium tin oxide. Electrodes and electron conduction can exhibit the same conductor material. Preferably they are however from from each other different conductor materials.

In a peculiar arrangement forming the electrical signal line covers a manufacturing and/or an interrupting of the electrical signal line. In particular forming of the electrical signal line becomes performed by electrolysis. The electrodes and/or the electrical signal line with electrolytes are located in contact. By creation of an electrode potential to the electrodes an electrode reaction takes place. The electrode reaction leads to the education or interruption of the electrical signal line. During an electron conduction made of a metal made interrupting for example by the fact that becomes applied over the electrodes to the electron conduction an electrode potential, which is positive sufficient, in order to cause an oxidation of the metal of the electron conduction. One oxidizes at least as much to metal that the electron conduction is interrupted. In addition, it can become the whole, originally existing electron conduction by oxidation remote.

In a peculiar arrangement manufacturing of the electrical signal line with the subsequent process steps becomes performed: a) Connect the electrodes by a medium, that at least a ionischen basic material of the electrical signal line exhibit and b) for electrochemical separating of the basic material at at least one of the electrodes, so that the electron conduction becomes formed.

Electrochemical separating of the basic material at the electrode of included two single steps: In the first single step the ionische basic material becomes toward the electrode moved. In the second single step a chemical reaction takes place at the electrode. It comes to a separation, becomes formed from which the electrical signal line. The described single steps do not have sequences. They can take place temporally overlapping. Described electrochemical separating can become general as electrophoretic separating referred. As chemical reaction of the second single step any type of reaction is more conceivable. For example a condensation reaction of organic molecules takes place at the electrode, which leads to electron conductor with an organic leader. In addition same or also several from each other different basic materials can be used. As type of reaction also an oxidation and/or a reduction are more conceivable. In each case electrical energy is converted at least partially into chemical energy.

The ionische basic material is characterised by an electric charge with a certain sign. Moving the ionischen basic material toward one of the electrodes succeeds for example by an electrode potential to the electrode with a sign turned around to the electric charge of the basic material (electrostatic interaction).

Prerequisite for moving the basic material toward the electrode is a mobility of the basic material. This becomes for example by a medium in form electrolytes of a possible. The electrolyte is characterised by an ion conductivity. For example the electrolyte is a solvent, a paste or a melt with the basic material. The solvent is for example water or another polar connection such as methanol or ethanol. For the increase of a solubility of the basic material and/or for manufacturing a loaded condition of the basic material the electrolyte can exhibit an added ion. For example water can exhibit a certain pH value, with which the basic material major is present ionisch in addition of added ions in form of a buffer system. Likewise the electrolyte can exhibit an additive, a Habitus the separation of the basic material affected. The for example favored additive needle-shaped separating of the basic material.

The chemical reaction at the electrode takes place directed in particular. Separating made thereby prefered the electrode toward the second electrode of the pair of electrodes instead of. It becomes the electrical signal line formed. Such directed separating succeeds for example thus that the chemical reaction in an outside electrical and/or magnetic (anisotropic) field finds instead of and the chemical reaction is along the field prefered. For example a certain difference of potential becomes and/or between the electrodes. a certain potential gradient applied becomes. The ionische basic material becomes deposited along the potential gradient at the electrode. Thus the electrical signal line ?grows? toward the second electrode of the pair of electrodes. It becomes so long basic material deposited, until the electrical signal line between the electrodes is constructed. With an electrical signal line in form of an electron conduction the electrodes are leading connected in this way electrical, short circuit thus.

For directed electrochemical separating from an electrode to the second electrode of the pair of electrodes it is also more conceivable that the potential gradient does not become generated between the electrodes of the pair of electrodes. For example the potential gradient between the electrode of the pair of electrodes becomes, becomes deposited at which the basic material, and a further electrode constructed becomes. The second electrode of the pair of electrodes is between the electrode and the further electrode. By creation of the potential gradient it comes to the education of the electrical signal line. As soon as the signal line has the second electrode achieved, the potential gradient between the electrode and the further electrode becomes remote.

Directed separating becomes possible by the carrier body and/or. favored, at which the electrodes mounted are connected and by at least one pore channel of the carrier body. Along the channel becomes the basic material deposited, whereby the electrical signal line of an electrode is formed toward the second electrode. A such carrier body is for example a porous ceramic(s) body. Manufacturing the signal line the carrier body with the medium becomes filled, which exhibits the basic material of the signal line. For example the carrier body with a solution of the basic material is impregnated.

In a peculiar arrangement chemical separating of the basic material takes place by electrolysis. Electrolysis included apart from the first single step, moving the basic material toward one of the electrodes, as chemical reaction of the second indexing step an electrode reaction in form of a redox reaction. An electron transmission from the basic material to the electrode (oxidation of the basic material) or an electron transmission from the electrode takes place to the basic material (reduction of the basic material). By the oxidation and/or. the reduction becomes from the basic material a component of the electrical signal line formed. During an electron conduction the component is the beipielweise conductor material of the electron conduction. With the electrolysis an electrode potential applied becomes, that the electron transmission possible. The electrode potential depends on an oxidation and/or.

Reduction potential of the basic material in the medium and after the leader material, of which the electrode consists. By electrolysis, becomes applied with which between the electrodes of the pair of electrodes a certain potential gradient, it can be ensured on elegant manner that the basic material becomes one the electrodes moved and there directed deposited along the potential gradient between the electrodes.

In a peculiar arrangement a medium with a salt of the ionischen basic material is used. A salt is characterised by the fact that to the ionischen basic material counter ion is present. The salt can be thereby in described above electrolytes a dissolved. In addition, the salt can form even and in paste user form for the electrolytes, when gel and/or as melt are present.

In a peculiar arrangement a metallionischer basic material is used. The metallionische basic material is a Metallion. Separating the metal ion takes place at it by reduction of the metal ion to the corresponding metal. Prerequisite for this is that at the electrode, at which the reduction takes place (cathode), an electrode potential necessary for the reduction lies close. As metallionischer basic material is in particular a gold ( $\text{Au}^{3+}$ )-Copper ( $\text{Cu}^{2+}$ )- or silver ion ( $\text{Ag}^{+}$ ) suitable. For the electrolysis in particular a metal salt of the metal ions is such as gold chloride ( $\text{AgCl}_3$ ) copper sulfate ( $\text{CuSO}_4$ ) or silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) suitable. From these metal salts crystals of the metals with a nadeligen and/or blättchenförmigen Habitus can become deposited in an aqueous medium. By a such Habitus directed separating is favored.

In a peculiar arrangement a selection of the pair of electrodes becomes from a majority of electrodes performed. A majority of electrodes means that many electrodes and/or Conductive strips are present. In principle manufacturing and/or interrupting of the electrical signal line are possible between all these electrodes. By the selection certain becomes, between which electrodes an electrical signal line prepared is to be interrupted and between which electrodes the electrical signal line.

The selection of the pair of electrodes can be given thereby solid. In particular it is however possible that the selection is not given to solid. The selection becomes performed due to a variable selection signal. The selection signal can exhibit different (arbitrary) states. In dependence of the state of the selection signal one or more pairs of electrodes become a certain. At the electrodes of the certain pairs of electrodes become in particular the electrode potentials applied, which ensure that degraded between the electrodes electrical signal lines become up or.

The selection signal is for example an electrical signal of a measuring instrument. This measuring instrument is for example a photodetector, a thermocouple or an ammeter. The selection signal can become direct of a such measuring instrument or of a device, for the example an amplifier, connected between them, generated. Likewise the selection signal can proceed from an electrical circuit.

Both electrodes of the pair of electrodes can become by the selection signal fixed. It is in addition, possible that an electrode of the pair of electrodes is pre-determined, while the second electrode in dependence of the selection signal becomes fixed. Beyond that also conceivable that further electrodes become selected, are only required for manufacturing the electrical signal line between the electrodes of the pair of electrodes become (z. B. by structure of an electric field by creation of an electrode potential at a further electrode). A steering contact to the further electrode can be interrupted after manufacturing and/or interrupting the electrical signal line.

The selection of the pair of electrodes leads for example to the fact that an electrical signal line between the electrodes of a certain pair of electrodes prepared and a further electrical signal line between the electrodes of a certain further pair of electrodes is interrupted. Manufacturing and interrupting can become simultaneous or temporally successively-subsequent performed.

It is also possible that an electrode is being ranked among more than a pair of electrodes. For example the electrode is connected with several electrodes by in each case an electrical signal line.

It is also more conceivable that manufacturing the electrical signal line electrochemical, interrupting the further electrical signal line however wet-chemical made. The electrical signal line without influencing electrical energy becomes dissolved by a chemical. Mechanical removing of the further electrical signal line is likewise possible.

Apart from manufacturing and interrupting electrical signal lines it is also possible in particular that the selection signal leads to a modification of an already existing electrical signal line. For example a conductor cross section of an electron conduction can be increased by electrochemical separating. A suitable selection signal for this is for example one high ones of a current flow by the electron conduction. More conceivable it is also that an electrical signal line of a pair of electrodes is strengthened by at least a further electrical signal line. This can be necessary for example with frequently used electrical signal lines. When selection signal knows for this a frequency is consulted, becomes used with which the electrical signal line.

After the electrical signal line between the electrodes of the pair of electrodes prepared and/or interrupted is, the medium, the electrolyte can and/or the basic material inoperative made become. It can take place no electrochemical forms of the electrical signal line without additional measure. The existing electrical signal lines and thus from the signal lines of constructed electronic circuit is fixed.

It inoperative-makes meant in particular that no ionic conduction is possible for electrolytes by. This succeeds for example thus that the medium with that becomes electrolytes dried. Conceivable it is also that the electrolyte and/or the basic material become precipitated or and thus inoperative made bonded to a further substance.

The solution of the task an electrotechnical product, at least a pair of electrodes with two electrodes, becomes exhibiting which are at the electrodes an electrical carrier body arranged from each other isolating, and at least an electrical signal line between the electrodes, whereby the electrical signal line is an electrochemical separation at least a ionischen basic material of the electrical signal line at at least one of the electrodes, indicated, characterized thus beside the method forming an electrical signal line that the carrier body exhibits a variety of pores and the electrical signal line is in the pores arranged.

The electrochemical separation is in particular an electron conduction. The electron conduction connects the electrodes electrical in such a manner leading that between the electrodes electric current can flow.

In a peculiar arrangement the electrochemical separation exhibits at least one conductor material, which is selected from the group of metallic leaders, semiconductors and/or polymere leaders. The polymere leader is for example an inorganic or organic leader. An organic leader is for example a leader polymer of the Poly (paraphenylen) - type (LPPP) or from the Polyacen type. Also a complex one of a halogen is possible such as iodine with an organic polymer ((CH) x) or with an inorganic polymer ((SN) x). Such polymere ladder and complex one can in each case a so-called linear leader educate, thus a leader with a preferred direction.

In a peculiar arrangement the electrochemical separation points a variety from crystallites with a nadeligen and/or blättchenförmigen Habitus exhibits. For example the signal line consists of gold, copper or silver crystals, which became by electrochemical separating from gold chloride ( $\text{AgCl}_3$ ) copper sulfate ( $\text{CuSO}_4$ ) or silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) recovered.

In a peculiar arrangement the metallic leader exhibits at least one metal, which is from the group gold, silver and/or copper selected. More conceivable also different metals are such as platinum and nickel. Conceivable are beyond that alloys of the metals mentioned.

In a further arrangement the carrier body exhibits a medium, which exhibits the ionischen basic material. The carrier body is for example a substrate. The electrodes can be by vaporizing, printing on and/or bonding on the carrier body applied. The electrodes can be on a single or on different sides of the carrier body. More conceivable it is also that a stack of such carrier bodies is present. The stack proves a stacking sequence with itself alternate support layers and electrode-planar. The electrode-planar are formed from the electrodes. The stack is for example so designed that the electrodes are contactable electrical by corresponding electric lines to a lateral surface of the stack.

The carrier body exhibits a variety of open pores. The pores make a manufacturing for an electrical signal line possible by an actual electrical isolating medium through. In a particularly favourable arrangement the carrier body exhibits at least a carrier material, which is from the group ceramic(s) and/or polymere material selected. A highly porous ceramic(s) is particularly favourable. More conceivable is also a concrete-like casting mass. A polymere material as for example a plastics foam from PU is just as conceivable as a natural polymere material as cellulose or from this constructed organic material. The pores of the carrier body can be isotropically concerning its shape and large one distributed over the carrier body. The pores are favourably however in such a manner anisotropic distributed that a preferred direction between the electrodes is present. For example the electrodes are connected by pores in the form of channels.

In a peculiar arrangement a majority of electrodes is present, is selected from which the pair of electrodes. For example is the majority of the electrodes at or in a substrate, which can be used as standard substrate. Between all electrodes of the standard substrate electrical signal lines are possible, but only between certain electrodes (in dependence of a certain selection signal) actually available. The existing signal lines are part of a certain electronic circuit.

In accordance with a further aspect of the invention the before described product is used for manufacturing a neural circuit. The term neural circuit is a selected following biology. The electrodes of the electrotechnical product are comparable with single nerve cells (neurons) of an organism. The nerve cells cannot divide or increase contrary to other cells of the organism. The organism must develop the nervous system with the existing nerve cells or adapt the nervous system if necessary to a given (outside) influence. In addition the organism in a the position is to manufacture or interrupt single compounds between the nerve cells. On manufacturing and interrupting connections between nerve cells as result of external influences learning is based and/or a learning process organisms. For example particularly stressed parts of the nervous system are linked with one another. A neural circuit develops.

The electrical signal line between two electrodes of the product corresponds to a connection between two nerve cells. In dependence of an external influence in form of a selection signal electrical signal lines between certain electrodes prepared are also interrupted or. The selection signal is for example a certain difference of potential between two electrodes. In a such learning process develops an electronic circuit adapted to the external influence, which becomes referred as neural circuit. If the external influence changes for example by change of the condition of the selection signal, then again electrical signal lines between certain further electrodes prepared can be interrupted or. The electronic circuit can adapt actual changing external influences. The electronic circuit is adaptive. So that it is adaptive, an electrotechnical product becomes the order provided, which exhibits all components necessary for it at least for the learning process (z. B. Electrodes, electrolyte, ionischer basic material).

After completion of the learning process the obtained neural circuit can become fixed. The electrotechnical product, which exhibits now the neural circuit, in addition, can remain in a reactive, thus adaptive state.

More conceivable also the use of the electronic product is as standard substrate. On this standard substrate the most different electronic components can become such as chips, condensers or similar applied. With the learning process the corresponding construction units become different exits (electrodes) of the standard substrate driven. A neural circuit with corresponding electrical signal lines, aligned to the construction unit, develops.

Summarized the subsequent advantages result with the invention:

- It can become an electrical signal line between electrodes prepared meeting demand and/or remote.
- It is accessible to external influences adaptive, light modifiable, adaptive, electronic circuit (neural circuit). The circuit manufactures itself the corresponding influences automatically or changes automatically.
- By the neural circuit become material, time, and concomitantly costs saved.
- Contrary to a neural circuit, which is realized by a computer program, the neural circuit of the available invention is characterised by an high working reliability. The neural circuit is almost insensitively, thus resistant opposite power failure, electromagnetic pulses and/or radiative irradiation.

On the basis several remark examples and the figures due to it the invention becomes more near explained. The figures are schematic and represent no illustrations true to scale.

Fig. 1a up to 1K show an electrotechnical product with a majority of electrodes in a cross section and in supervision from above and down.

Fig. an electrotechnical product shows 2 in the cross section with two pairs of electrodes, which exhibit a common electrode.

Fig. electrotechnical product shows 3 in form of a stack from support layers and electrode-planar.

Fig. an electrotechnical product with an interruption of the electrical signal line shows 4 between two electrodes.

Fig. 5 shows a cutout carrier body with a variety of pores.

Fig. 6a and 6b show electrochemical separations with nadeligem and blättchenförmigen Habitus.

Fig. a method points 7 to forming an electrical signal line.

In the following manufacturing electrotechnical product a 1 becomes forming an electrical signal line 2 between the electrodes 31 and 32 of a pair of electrodes 3 of the electrotechnical product 1 described. The electrodes 31 and 32 of the product 1 exhibit graphite as conductor material 34. The electrical signal line 2 is an electron conduction 21 with the conductor material 34 from elemental silver. Forming 73 of the electron conduction 21 included manufacturing (Fig. 1a, 2 and 3) and/or interrupting (Fig. 4) the electron conduction 21 and made electrochemical.

### Example 1

For manufacturing the electrotechnical product 1 a Al<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>-Keramik with a variety is sawed by pores 41 in slices with a layer thickness by 2 mm. A such slice represents a carrier body 4 of the electrotechnical product 1. On a top side 42 and one the top side 42 opposite underside 43 of the carrier body 4 conductive strips 33 applied become. The conductive strips of 33 everyone of the sides 42 and 43 are to each other parallel and to the conductive strips 33 of the opposite side 43 and 42 almost perpendicularly arranged.

For applying the conductive strips 33 Kupferdraht with a graphite mixing into a paste with is glued on on the surfaces 42 and 43 and the graphite mixing into a paste with dried. The Kupferdrähte with the graphite form the majority 33 of electrodes of the electrotechnical product 1. By the carrier body 4 the electrodes are 33 electrical from each other insulated.

After drying the graphite mixing into a paste with the electrodes 33 with the medium 5 are connected, that the metallionischen basic material 51 of the electrical signal line 2 exhibit (Fig. 7, process step 71 of the method 7). In addition a solution of 20 weight percentage of the salt becomes 52 AgNO<sub>3</sub> in waters in such a way on the carrier body 4 applied that the carrier body 4 absorbs the solution. In the pores 41 of the carrier body 4 so the medium 5 with the AgNO<sub>3</sub> 52 and the water is. The medium 5 functions as a supplier of Ag<+>- Ions 51 and as electrolyte for electrochemical separating 73. An electrical resistance between the electrodes and/or. Conductive strips 33 OMEGA amounts to after connecting with the medium 5 between 1200 and 2000.

To making the electrical signal line 2 the made selection of the pair of electrodes 3 of the majority 33 of the electrodes (Fig. 7, process step 72). In addition an electrode 32 of the top side 42 with a negative pole 62 of a DC power source 6 (1.5 V battery) and an electrode 31 of the underside 43 with a positive pole 61 of the DC power source 6 electrical is leading connected (see. Fig. 1a). The selection 72 made by creation of the electrode potentials to the electrodes 31 and 32, which are 6 given by the DC power source.

Due to the electrode potentials comes to electrochemical separating by electrolysis (Fig. 7, process step 73). The metallionische basic material becomes Ag<+> at the electrode 32 (cathode), connected with the negative pole of the DC power source 62, to elemental AG reduces. Separating made directed toward the electrode 61 (anode), connected with the positive pole 61 of the DC power source 6. The resultant electrical signal line 2 is an electrochemical separation in form of an electron conduction 21 with the conductor material 34 from silver. The separation 21 points silver crystals with nadeligem Habitus 22 to (Fig. 6a). After completion of the electrolysis between the electrodes an electron conduction 21 with a resistance of approximately 30 OMEGA exists 31 and 32 of the pair of electrodes 3.

### Example 2

Contrary to example 1 two pairs of electrodes become 3 and 30 selected, whereby an electrode belongs to 31, 301 both pairs of electrodes 3 and 30. Electron conductions 21 and 210 between the common electrode 31, 301 of the pairs of electrodes 3 and 30 and the other electrodes 32 and 302 of the pairs of electrodes 3 and 30 formed (Fig become. 2).

### Example 3

Contrary to the preceding examples the pair of electrodes will separate 30 not 33 sides different from the electrodes 42 and 43 from electrodes of one of the sides of the carrier body 4 selected (see. Fig. 1b). The resistance of the electron conduction 210 after the electrolysis amounts to under same manufacturing conditions as example 1 likewise about 30 OMEGA.

Example 4

Several carrier bodies 4 also electrodes 33 prepared mounted on it become in accordance with example 1. These carrier bodies 4 become 44 arranged with the solution of AgNO<sub>3</sub> in waters impregnated and one above the other a stack, so that a Schichtfolge with itself results alternate electrode-planar 46 and support layers 45 (see. Fig. 3). The electrodes of the electrode-planar 46 are 44 guided to a lateral surface of the stack. In a learning process the selection of 72 certain pairs of electrodes 3 and 30 takes place. At their electrodes 31, 32, 301 and 302 becomes certain electrode potentials applied. By creation of the electrode potentials grows between the electrodes 31, 32, 301 and 302 of the pairs of electrodes 3 and 30 the electron conductances 21 and 210.

Example 5

Contrary to the preceding examples an electron conduction 21 between the electrodes 31 and 32 of a pair of electrodes 3 of the product 1 is interrupted (see. Fig. 4). Becomes over the electrodes 31 and/or. 32 an electrode potential to the electron conduction 21 applied for the oxidation from AG to Ag<+> leads. Ag<+> goes to electrolytes in that into solution. The electron conduction 21 becomes so far dissolved, until an interruption is present 24 of the electron conduction 21. A further electrode 331 of the product 1 functions for this kind of the configuration 73 of the electrical signal line 2 than backplate electrode.

The described electrotechnical product 1 is used for manufacturing a neural circuit 10. Manufacturing the neural circuit 10 made thereby in a learning process. In the learning process the electrotechnical product 1 exhibits even the neural circuit 10.

Example of use 1

The electrotechnical product 1 becomes used in accordance with a first example of use as standard substrate. A learning process is initialized by an electrical component electrically connected applied on the standard substrate with certain electrodes, which leads to a neural circuit 10. With the help of the neural circuit 10 an output signal of the construction unit is processed.

Example of use 3

In a production process several electronic components of most different kind are assembled to a larger electronic unit. The components are for example a chip and a plate. As required and not in mass, D is produced. h. from assembly cycle to assembly cycle a different, larger electronic unit becomes perhaps prepared. In order to avoid that the electrodes, between which electrical signal lines prepared becomes to become to be supposed, for everyone of the different, larger units fixed to become have, between the electronic component with electrolytes soaked mass arranged. Between electrodes of the chip and electrodes of the plate, which stand with the mass in contact, an electric voltage becomes applied. It becomes the electrical signal line between the electrodes of the chip and the electrodes of the plate by the mass constructed. In this way different of larger electronic units can become generated in a uniform production process.

Claims of DE10001852

**Result Page**

1. Method to the electrochemical moulding is used at least an electrical signal line (2) between two from each other insulated electrodes electrical connected by a carrier body (4) and (31, 32) at least a pair of electrodes (3) characterised in that a carrier body (4) with a variety of open pores (41) and the forming by the pores of the carrier body made.
2. Process according to claim 1, with which as electrical signal line (2) an electron conduction (21) is used.
3. Process according to claim 1 or 2, with forms the electrical signal line (2) manufacturing and/or interrupting the electrical signal line (2) covers.
4. Process according to one of claims 1 to 3, becomes performed with which the shaping of the electrical signal line (2) an electrolysis.
5. Process according to claim 3 or 4, becomes performed with which manufacturing of the electrical signal line (2) with the subsequent process steps:
  - a) Interconnecting of the electrodes (31, 32) by a medium (5), which at least a ionischen starting material (51) the electrical signal line (2) exhibits, and
  - b) electrochemical depositing (73) of the starting material at at least one of the electrodes, so that the electrical signal line becomes formed.
6. Process according to claim 5, with which a medium (5) with a salt (52) of the ionischen starting material (51) is used.
7. Process according to claim 5 or 6, with which a metallionischer starting material (51) is used.
8. Process according to claim 7, with which a metallionischer starting material (51) is used, that from the group Ag<+>, Au<3+> and/or Cu<2+> selected is.
9. Process according to one of claims 1 to 8, performed with which a selection (72) of the pair of electrodes (3) becomes from a majority (33) of electrodes.
10. Process according to claim 9, performed with which the selection (72) becomes due to a variable selection signal.
11. Electrotechnical product, exhibiting  
at least a pair of electrodes (3, 30) with two electrodes (31, 32, 301, 302), which at the electrodes an electrical from each other insulating carrier body (4) arranged are, and  
at least an electrical signal line (2, 20) between the electrodes (31, 32, 301, 302), how  
at least the electrical signal line (2, 20) an electrochemical deposition (21, 210) a ionischen starting material (51) of the electrical signal line (2, 20) at at least one of the electrodes (31, 32, 301, 302) is,  
characterised in that  
the carrier body (4) a variety of pores (41) exhibits and  
the electrical signal line (2, 20) in the pores (41) arranged is.

12. Product according to claim 11, with that the electrochemical deposition (21, 210) an electron conduction is.
13. Product according to claim 11 or 12, with that the electrochemical deposition (21, 210) at least one conductor material (34) exhibits, the conductors, semiconductors metallic from the group and/or polymere conductors selected is.
14. Product after one of the claims 11 to 13, with that the electrochemical deposition (21, 210) a variety of crystallites with a nadeligen (22) and/or blättchenförmigen Habitus (23) exhibits.
15. Product according to claim 13 or 14, with which the metallic conductor (34) exhibits at least one metal, which is from the group gold, silver and/or copper selected.
16. Product after one of the claims 11 to 15, with which the carrier body (4) exhibits a medium (5), which exhibits the ionischen starting material (51).
17. Product according to claim 16, with which the carrier body (4) exhibits at least a carrier material (47), which is from the group ceramic(s) and/or polymere material selected.
18. Product after one of the claims 11 to 17, with which a majority (33) of electrodes is present, from that the pair of electrodes (3, 30) selected is.
19. Using a method after one of the claims 1 to 10 for manufacturing a neural circuit (10).